

составляет 54 мг/дм<sup>3</sup>, ниже по течению наблюдается повышение среднего значения до 57 мг/дм<sup>3</sup> и равномерное изменение до впадения рек Муна и Моторчуна после чего отмечено плавное снижение среднего значения – 52 мг/дм<sup>3</sup>.

Концентрация PO<sub>4</sub> в рассматриваемых водах составляет от 0,01 до 0,15 мг/л, а содержание NO<sub>3</sub> – от 0,15 до 0,9 мг/л, при этом вниз по течению происходит уменьшение содержания этих ионов.

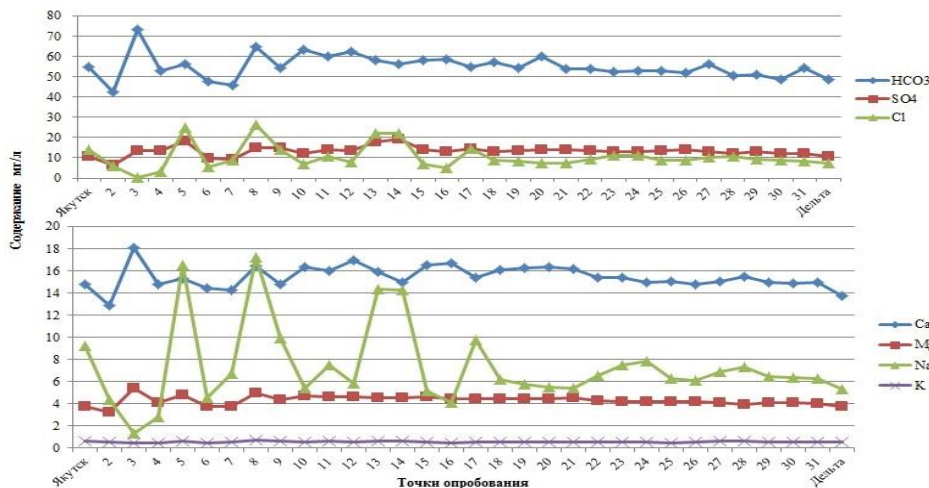


Рис. 3 Графики изменения содержания макрокомпонентов в водах р. Лена

Однако стоит отметить наличие резкого роста концентраций в отдельных точках, максимальное увеличение концентрации отмечено в точках 30 и 31, после отмечен резкий спад. Резкая смена концентрации после данных точек может быть связана со сменой растительности тундровой зоны с мохово-лишайничковой, курстарничковой и осоково-пушницевой кочкарной на арктическую тундровую растительность, где наряду с мхами, лишайниками и травами, большую роль играют арктоальпийские кустарнички [3].

На рассматриваемом нами участке р. Лена пространственное изменение химического состава по основным макрокомпонентам позволило выделить следующие зависимости: снижение значения pH по мере продвижения вниз по течению; изменение содержания кислорода имеет обратную от pH зависимость; резкие изменения концентрации Na и Cl при впадении притоков. Изменения содержания ионов PO<sub>4</sub> и NO<sub>3</sub> наблюдается при изменении ландшафтных условий.

#### Литература

1. Алексеев С.В., Алексеева Л.П. Гидрогеохимия криолитозоны центральной части Якутской алмазонасной провинции // Криосфера Земли. – Якутск, 2000. – Т.4. – с. 89–96.
2. Анисимова Н.П. Гидрогеохимическая характеристика р. Лены в среднем её течении // Исследования вечной мерзлоты в Якутской республике. – Якутск, 1952. – Вып.3. – с. 109–124.
3. География России. Атлас / под ред. А.И.Алексеева. – 2-е изд., испр. – М.: Дрофа, 2006. – 56 с.: ил., карт.

## ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД ПРИБРЕЖНОЙ ЧАСТИ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

Е.В. Васина

Научный руководитель доцент А.А. Хвацевская

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Территории Арктических морей в настоящее время играют важную роль в развитии минерально – сырьевой базы страны, являясь платформой потенциальных источников углеводородного сырья. Разработка месторождений углеводородов часто оказывает отрицательное воздействие на экологическую обстановку и в том числе на состояние имеющихся на ней водных ресурсов. Вместе с тем, концепция устойчивого развития углеводородных месторождений применительно к арктическим проектам [7] показывает возможность разработки новых труднодоступных, но очень богатых месторождений нефти на территории вечной мерзлоты с минимальным воздействием на окружающую среду. В этой связи исследование особенностей химического состава вод Арктических морей для оценки их современного состояния и проведения последующих мониторинговых наблюдений является актуальным.

Цель работы – анализ особенностей химического состава поверхностных вод прибрежной части Арктических морей акватории Карского моря.

Материалами исследования в работе послужили данные химического состава поверхностных вод в акваториях Карского, Белого и Баренцева морей, а также в Обской губе, полученные в ходе экспедиционных работ

## СЕКЦИЯ 7. ГИДРОГЕОХИМИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ ЗЕМЛИ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЭКОЛОГИИ

летом 2014 г. Общий химический анализ вод проводился в проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии ТПУ. Всего проанализировано 12 проб воды.

Карское море является окраинным морем Северного Ледовитого океана, береговая линия которого сложна и извилиста. Море обрамляют преимущественно абразионные, но встречаются аккумулятивные берега [5]. Самым крупным его заливом является Обская губа, эстуарий реки Обь. Грунт в губе вязкий, состоит в основном из синего ила, береговые же отмели песчаные. Берега совершенно безлесные, с западной стороны обрывистые, с восточной более плоские или бугристые. Почва на берегах болотистая. Баренцево море также является окраинным морем Северного Ледовитого океана. Берега преимущественно аккумулятивные, реже – абразионно-аккумулятивные равнины разного генезиса. Донные отложения представлены песком и илистым песком, местами наблюдается примесь грубообломочного материала [4]. Белое море является шельфовым морем. Дно имеет сильно расчленённый рельеф. Донные отложения основной части моря представлены илом и песчанистым илом, в северной части моря преобладают песчаные и каменистые грунты [1].

Таблица

*Химический состав природных вод Акватории*

Хим. состав	pH	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	О.Ж.	М.*	Сорг.	Fe <sub>об</sub> щ	Хим. тип вод**
Ед. измерения		мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг-экв/л	мг/л	мг/л	мг/л	
Белое море, Кольский п-ов	7,8	126	2390	17530	297	1105	9930	336	106,9	31714	2,9	0,16	SO <sub>4</sub> -Na
Баренцево море, о. Колгуев	7,8	132	2537	18525	318	1178	10468	353	114,1	33511	1,8	0,45	SO <sub>4</sub> -Na
пролив Югорский Шар	7,7	101	1735	13294	232	810	7550	254	79,1	23976	2,9	0,19	SO <sub>4</sub> -Na
Карское море	7,4	68	1392	8937	160	561	5140	173	54,8	16431	1,4	0,16	SO <sub>4</sub> -Na
Карское море	7,6	98	2064	13762	252	859	7880	266	84,2	25181	1,7	0,13	SO <sub>4</sub> -Na
П-о Ямал, м. Скуратова	7,6	98	1781	12800	228	849	7180	246	82,2	23182	2,1	0,36	SO <sub>4</sub> -Na
м. Ханарасалы	7,1	37	153	1024	27	63	590	19,4	6,6	1913,4	6,3	0,78	SO <sub>4</sub> -Na
<b>Обская Губа</b>													
п. Дровяной	7,1	31	2,7	9,1	6	2,3	7	0,74	0,5	58,84	5,8	1,5	HCO <sub>3</sub> -Na
м. Хасрѐ	7,3	40	6,5	4,2	9,2	2,5	4,7	1,08	0,7	68,18	10,1	1,7	HCO <sub>3</sub> -Ca
м. Каменный	7,3	52	5,8	4,5	12,2	3,2	5,4	1,1	0,9	84,2	11,9	1,5	HCO <sub>3</sub> -Ca
Новый порт	7,3	63	5,9	4,8	14,3	4,1	5,6	1	1,1	98,7	13,2	5,2	HCO <sub>3</sub> -Ca
Новый порт	7,3	65	6,2	5,7	15,1	4	6,2	1,02	1,1	103,22	13,5	5,3	HCO <sub>3</sub> -Ca
Кларк морской воды, мг/л [5]	-	28	-	19190	408	1280	10670	396	-	-	-	0,005	-
Кларк речной воды, мг/л [5]	-	7,9	-	5,5	12	2,9	5,0	2,0	-	-	-	0,04	-

Примечание: М.\* - минерализация; Хим. тип вод\*\* - химический тип вод

Данные по химическому составу вод исследуемых морей, представленные в таблице, показывают, что по направлению вдоль прибрежных частей Белого, Баренцева и Карского морей до Обской губы в морской воде наблюдаются «скачки» минерализации от 33511 до 16431 мг/л. Показатель pH изменяется в пределах от 7,4 до 7,8, то есть воды являются переходными от нейтральных к слабощелочным. Общая жесткость исследуемых вод высокая и изменяется в пределах от 54,8 до 114,1 мг-экв/л. Это обусловлено в свою очередь высоким содержанием в водах Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup>, изменяющимся в

пределах от 160 до 318 мг/л и от 561 до 1105 мг/л соответственно. Для морских вод, помимо высокой общей жесткости, характерно большое содержание сульфат-иона: Белое море – 2390 мг/л, Баренцево море – 2537 мг/л, и далее концентрация снижается до 98 мг/л в районе полуострова Ямал. Сам по себе в ионной форме сульфат характерен для природных вод с малой минерализацией, но с увеличением минерализации он образует устойчивые ассоциированные нейтральные пары с  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ . Также одной из причин такого высокого содержания сульфата является поступление в воду отмерших и окислившихся растительных и животных организмов, поступающих с подземным стоком. В высокоминерализованных морских водах в анионном составе преобладает хлорид-ион, источником появления которого являются магматические породы, состоящие из хлорсодержащих минералов [3]. Его концентрация изменяется от 17530 мг/л в Белом море до 8937 мг/л в Карском море и затем опять наблюдается увеличение до 12800 мг/л в районе полуострова Ямал. Концентрации ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  уменьшаются от Белого моря до полуострова Ямал от 9930 до 7180 мг/л и от 336 до 246 мг/л соответственно. В месте, где Карское море переходит в Обскую губу наблюдается слабосоленоватые воды с минерализацией 1913,4 мг/л, за счет смешения пресных вод с морскими [8].

Воды Обской губы пресные с минерализацией от 58,8 до 103,2 мг/л, нейтральные  $\text{pH}=7,1-7,3$ . Общая жесткость увеличивается от 0,5 до 1,1 мг-экв/л. Среди катионов преобладают ионы  $\text{HCO}_3^-$  при колебаниях концентрации от 31 до 65 мг/л. Среди анионов преобладающими являются  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Na}^+$ , концентрация которых увеличивается от 6 до 15,1 мг/л и уменьшается от 7 до 6,2 мг/л в районе поселка Дровяной до Нового порта соответственно. Концентрация железа общего увеличивается от 1,5 мг/л в районе поселка Дровяной до 5,3 мг/л в Новом порту.

По мере приближения от Белого моря до Обской губы и далее до места впадения реки Оби в Обскую губу наблюдается увеличение содержания органического вещества, примерно в 4,5 раза (от 2,9 мг/л в Белом море до 13,5 мг/л в районе Нового порта), вместе с тем происходит переход от слабощелочных вод к нейтральным. Согласно [2] изучение потоков осадочного вещества на исследуемой территории показало, что в речных водах потоки осадочного вещества выше, чем на территории морей и наблюдается достаточно быстрое осаждение взвесей, которые содержат большое количество различных бактерий.

Таким образом, воды прибрежной части арктических морей (вплоть до входа в Обскую губу) по химическому типу преимущественно сульфатные натриевые, соленые, очень жесткие и по кислотно-щелочному показателю - переходные от нейтральных к слабощелочным. В месте смешения морских вод с Обскими воды являются нейтральными, собственно пресными, жесткими и также сульфатно-натриевыми. Воды Обской губы гидрокарбонатные, преимущественно кальциевые, иногда натриевые, ультрапресные, очень мягкие и по значению  $\text{pH}$  переходные от нейтральных к слабощелочным [8].

Общее содержание химических компонентов исследуемых вод практически соответствует среднему содержанию этих компонентов в зоне гипергенеза, что свидетельствует об отсутствии в настоящее время антропогенного воздействия на данные воды.

Большие превышения наблюдаются по  $\text{Fe}_{\text{общ}}$ : в Белом море содержание превышено в 32 раза, в районе мыса Ханарасала в 156 раз, а в Новом порту в 132,5 раза. Повышенное содержание характерно для данных вод, так как они приурочены к водам с высокими фоновыми содержаниями железа из-за присутствия в них органического вещества, способствующего миграции железа в исследуемых водах.

#### Литература

1. Евзеров В.Я. Эволюция осадконакопления в прибрежных районах Баренцева и Белого морей в поздне- и послеледниковое время. – В кн.: Позднечетвертичная история и седиментогенез окраинных и внутренних морей. М., «Наука», 1979, с. 29–33;
2. Лисицын А.П., В.П. Шевченко, М.Е. Виноградов, О.В. Северина, В.В. Вавилова, И.Н. Мицкевич «Потоки осадочного вещества в Карском море и в эстуариях Оби и Енисея» 1994, том 34, № 5, с. 748–758;
3. Неорганические вещества. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://bio.krc.karelia.ru/misc/hydro/mon4.html> (дата обращения: 21.11.2017);
4. Репкина Т.Ю. «Морфолитодинамика побережья и шельфа Баренцева моря». Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. Москва, 2005. – 194 с.;
5. Романенко Ф.А. «Региональные особенности развития берегов Арктических морей в голоцене». - Москва, Московский государственный университет, 2012. – 92 с.;
6. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых/А.П. Соловов, А.Я. Архипов, В.А. Бугров и др. – М.: Недра, 1990. – 335 с.: ил.;
7. Чухарева Н.В. «Основные положения устойчивого развития применительно к Арктическим проектам». Творчество юных – шаг в успешное будущее: Труды X Всероссийской научной молодежной конференции с международным участием с элементами школы имени профессора М.К. Коровина по теме: «Арктика и ее освоение». – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2017. – 466 с.
8. Шварцев С.Л. «Общая гидрогеология»: Учебн. для вузов – М.: Недра, 1996 г. – 423 с.: ил.;

#### ПОВЕДЕНИЕ ФТОРИД-ИОНА В ВОДАХ ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА ТАРЫС

Е.А. Ворожейкина

Научный руководитель кандидат геолого-минералогических наук Гусева Н.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В природе фтор не встречается в свободном состоянии, является частью соединений с различными элементами, которые распадаясь при определенных условиях, образуют ионы фтора. Его соединения можно найти в почве, воде, продуктах питания. Это жизненно необходимый элемент для человека, но польза фтора отделяется от его вредного воздействия очень небольшой границей. Следует знать, что фтор является активным участником в